

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H04B 10/10



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98103823.9

[43]公开日 1998年8月19日

[11] 公开号 CN 1190828A

[22]申请日 98.2.11

[30]优先权

[32]97.2.13 [33]US[31]799,885

[71]申请人 美国电报电话公司

地址 美国纽约

[72]发明人 克里斯托弗L·拉特利奇

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所

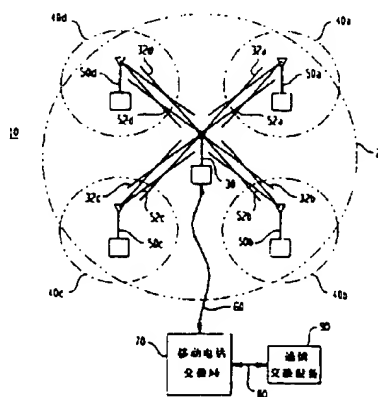
代理人 付建军

权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 使用自由空间光通信链路的无线通信系统

[57]摘要

一个无线通信系统中的蜂窝可以被再分为一些更小的子蜂窝，而在每一个子蜂窝中有效的射频频率可以被复用，从而使系统得到更高密度的使用。为了避免使用硬线通信链路与子蜂窝的发射天线相连接，在常规蜂窝天线与子蜂窝天线之间采用了基本无导向的、自由空间的光通信。而原来用于中心天线与无线通信系统结构中剩余设备的硬线连接仍可继续用于与蜂窝的往来通信。



权 利 要 求 书

1、一个无线通信系统包括:

一个蜂窝中包括的多个中心光收发信机;

多个位于远地点的光收发信机, 其中每一个远地点的光收发信机分别与所述蜂窝内的多个子蜂窝中的一个子蜂窝相对应, 并通过在所述远地点的光收发信机与对应的中心光收发信机之间所使用的基本无导向光来与所述中心收发信机中相应的一个中心收发信机分别进行通信; 以及

每个所述远地点光收发信机所具备的, 用于在相应子蜂窝的无线电信号与所述远地点光收发信机的用以通信的光信号之间进行转换的电路。

2、在权利要求1中所定义的装置中还包括:

远离所述中心和远地点光收发信机的无线通信控制电路; 以及

一条位于所述无线通信控制电路和所述中心光收发信机之间的通信链路。

3、在权利要求2中所定义的装置, 其中所述通信链路的装置包括位于所述无线通信控制电路与所述中心光收发信机之间的光纤。

4、在权利要求1中所定义的装置, 其中将唯一波长的光用于每个所述子蜂窝的信息通信。

5、在权利要求1中所定义的装置, 其中用第一个唯一波长的光向每个子蜂窝发送信息, 并用第二个唯一波长的光从每个子蜂窝发回信息。

6、在权利要求5中所定义的装置, 其中每个所述的中心光收发信机向相应的远地点光收发信机发出含有用于与所有所述子蜂窝进行通信的所述波长的光。

7、在权利要求6中所定义的装置, 其中每个所述远地点光收发信机包括一些光滤波器装置, 用于从所述收发信机接收到的光波长中选择出用于与相应子蜂窝进行通信的波长。

8、在权利要求7中所定义的装置, 其中所述光滤波器装置包括布拉格网栅装置。

9、在权利要求5中所定义的装置，其中使用另一种唯一波长的光向所有所述子蜂窝传送控制信息。

10、在权利要求9中所定义的装置，其中每个中心光收发信机向对应的远地点的光收发信机传送光波。该光波包括用于向所有子蜂窝传输所述信息和所述控制信息的各种所述波长的光。

11、在权利要求10中所定义的装置，其中每个所述远地点光收发信机包括光滤波器装置，用于从所述收发信机接收到的光波长中选择出用于向相应的子蜂窝传送所述消息信息的波长和用于向所有所述子蜂窝传送所述控制信息的波长。

12、在权利要求11中所定义的装置，其中所述滤波器装置包括布拉格网栅装置。

13、在权利要求3中所定义的装置，其中所述光纤将光信号从所述无线通信控制电路传输至所述中心光收发信机，每一个所述中心光收发信机将所述光信号的一部分传给与之对应的远地点光收发信机。

14、在权利要求13中所定义的装置，其中所述光纤包括对利用所述光纤进行传输的光信号进行光学放大的掺铒光纤放大器装置。

15、在权利要求3中所定义的装置，其中所述光纤向所述无线通信控制电路传送每一个所述中心光收发信机从对应的远地点的光收发信机接收到的光信号。

16、在权利要求15中所定义的装置，其中每一个所述远地点的光收发信机向对应的中心光收发信机传送唯一波长的光，并且，为了供所述光纤使用，所述装置还包括一个用于将所有从各所述远地点光收发信机传来的、由各所述中心光收发信机接收的光进行合成的光耦合装置。

17、在权利要求15中所定义的装置，其中所述光纤包括一些掺铒的光纤放大器，用于对依靠所述光纤从所述中心光转换器向所述无线通信控制电路传输的光进行光学放大。

18、一个无线通信方法包括：

(a) 在一个通信网络和一个中心位置之间进行信息通信；

(b) 在所述中心位置与众多远地点位置中的每一个之间，通过穿越所述中心位置与每个所述远地点位置之间的基本无导向光，进行至少是一

些所述信息的通信；并且

(c) 在每一个所述远地点位置和所述远地点位置附近的无线通信设备之间，利用其间的无线电信号发射，进行至少是一些所述信息的通信。

19、在权利要求 18 中所定义的方法，其中所述通信网络与所述中心位置之间的通信是采用光通信。

20、在权利要求 19 中所定义的方法，其中所述光通信通过在所述通信网络与所述中心位置之间的光纤进行。

21、在权利要求 18 中所定义的方法，其中在所述通信网络与所述中心位置之间的所述通信是双向的。

22、在权利要求 18 中所定义的方法，其中在所述中心位置和每一个所述远地点位置之间的所述通信是双向的。

23、在权利要求 18 中所定义的方法，其中在所述远地点位置与所述无线通信设备之间的所述通信是双向的。

24、在权利要求 18 中所定义的方法，其中所述信息包括消息信息和控制信息。

25、在权利要求 24 中所定义的方法，其中所述控制信息包括射频频率分配信息，该信息用于控制在所述远地点位置与所述无线通信设备之间进行所述通信的射频频率的选择。

26、在权利要求 19 中所定义的方法，其中在所述通信网络与所述中心位置之间的所述通信是双向的，并且，每一个方向的通信使用不同波长的光。

27、在权利要求 21 中所定义的方法，其中不同方向的通信使用不同波长的光。

28、在权利要求 26 中所定义的方法，其中所述信息包括消息信息和控制信息，并且其中使用不同波长的光将所述消息信息和所述控制信息从所述通信网络传输至所述中心位置。

29、在权利要求 27 中所定义的方法，其中所述信息包括消息信息和控制信息，并且其中使用不同波长的光将所述消息信息和所述控制信息从所述中心位置传输至所述远地点位置。

30、在权利要求 28 中所定义的方法，其中所述消息信息包括多个消

息内容，其中每一个消息内容分别用于不同的所述远地点位置，并且其中使用不同波长的光将每个不同的所述消息内容从所述通信网络传输到所述中心位置。

31、在权利要求 29 中所定义的方法，其中所述消息信息包括多个消息内容，其中每一个消息内容分别用于不同的所述远地点位置，并且其中使用不同波长的光将每个不同的所述消息内容从所述中心位置传输到所述远地点位置。

32、在权利要求 31 中所定义的方法，其中所述中心位置将所有所述消息内容传输给所有所述远地点位置。

33、在权利要求 32 中所定义的方法还包括：

在每一个所述远地点位置进行滤波，以选出适用于那个远地点位置的消息内容所使用的波长，并且滤除用于其它所述远地点位置所使用的消息内容的波长。

34、在权利要求 22 中所定义的方法，其中使用不同波长的光从每一个所述远地点位置向所述中心位置进行通信。

使用自由空间光通信链路的无线通信系统

本发明涉及类似蜂窝电话系统的无线通信系统，特别是那些已增容了的无线通信系统。

类似蜂窝电话系统的无线通信系统是依靠功率相对较小的收发信机发出的数量相对较少的射频频率来实现在相对短的距离内传送信号（如从收发信机至蜂窝的边缘构成约 1-3 英里的工作半径）。这些完全相同的射频频率可以在邻近的蜂窝上复用于传输其它消息，而不会出现由于在不同的蜂窝上使用了同一频率而造成的不同消息间的令人难以接受的相互干扰。然而，由于这类通信所被允许使用的频率数量是受政府法规以及出于其它方面的考虑限制的，因此，在任何同一时间对于任何给定的蜂窝只支持数量相对有限的蜂窝电话呼叫。在使用频繁的地区，这将导致一些呼叫被中断和 / 或强行使一些呼叫处于等待服务状态。显然以上这些是我们所不希望发生的。

为了实现在某一区域增加同时可被支持的呼叫数量，其中一种可能的方案是减小蜂窝尺寸，这样便可允许对可用频率进行更多的复用。例如，一个常规的蜂窝可被再分为多个子蜂窝，其中每一个子蜂窝都拥有一个其功率甚至可能比用于常规蜂窝的常规的收发信机的功率更小的收发信机。如果将一个常规的蜂窝再分为四个子蜂窝，则从理论上讲，其可支持的呼叫数量为同一区域未划分前常规蜂窝的四倍。

一种可能的阻碍蜂窝尺寸进一步减小的原因是连至子蜂窝收发信机位置的高级的硬线通信链路（如光纤）的费用是昂贵的。

考虑到以上情况，本发明的目的是为了降低无线通信系统扩容的成本和难度。

本发明更具体的目的是为无线通信系统提供了无需使用硬线连接至所有子蜂窝收发信机位置的子蜂窝。

本发明的这些及其它一些目的是依照本发明中的原理来实现完成的，该原理是在无线通信系统蜂窝的中心位置与该蜂窝中的每个子蜂窝收发信机之间使用点到点的、基本上无导向的、自由空间光通信方式进行通信。例如，中心位置可能是该蜂窝原来已存在的无线电收发信机的位置，将该收发信机替换成多个中心光收发信机，每个子蜂窝也配上一个光收发信机，该收发信机位于该子蜂窝的中心位置，且远离前面所述的中心光收发信机。每个子蜂窝的光收发信机通过基本上无导向的、自由空间光通信链路分别与各个中心光收发信机进行光耦合（如，双向的、视线的、红外线传输）。每个子蜂窝也都包括一个为那些处于该蜂窝内的无线通信单元（如：移动电话或蜂窝电话）进行服务的射频频率收发信机。并且，每个子蜂窝内还包括用于将光和射频频率收发信机联系起来的电路。中心光收发信机通常通过硬线通信链路是整个系统中超出蜂窝范围的部分进行通信（如：一个连接到移动电话交换局的双向光纤链路）。

由于在中心光收发信机与子蜂窝收发信机之间采用了基本上无导向的、自由空间的光通信，这样就可省去与新的子蜂窝收发信机进行连接所需增加使用的硬线。这将减少因提供小型无线通信蜂窝所需的成本，同时由于有限数量的射频频率被更多地重用，因此，使通信系统具有了更大的容量。

该发明进一步的性能、特点及各种优越性将通过结合图示和下面对优选实施例的详细描述得到进一步阐明。

图 1 是在依照本发明所构成的无线通信系统的实施例中一个有代表性部分的简略原理图。

图 2 是图 1 中所示装置中某一部分的实施例的简略原理图。

图 3 是图 1 中所示装置的另外一个部分的实施例，虽然更为详细，但仍然是简略的原理框图。

图 1 中的虚线条 20 代表无线通信系统 10 中的常规蜂窝的大致边界。例如，蜂窝 20 可能是一个以中心天线 30 为中心的、半径为 1 - 3 英里的大致的圆形。根据本发明，蜂窝 20 被再分为多个子蜂窝 40a-d，蜂窝 40a-d

中的每一个都被各自独立的天线 50a-d 所服务。位于天线 30 的装置通过硬线通信链路 60 与交换设备 70 进行通信（如：一个移动电话交换局）。链路 60 最好是光纤，但它也可以用电子链路替代。蜂窝 20 仅代表了类似由交换局 70 服务的一些小型蜂窝。通常，交换局 70 通过通信链路 80 连接到普通的电话公司的交换设备 90 上，用于与全局通信网进行通信。如果需要，部件 70 和 90 也可以位于同一物理位置。

虽然，一般认为这里讨论的通信系统 10 是一个蜂窝电话系统，但也可以认为本发明同样适用于任何类型的无线通信系统（如寻呼系统；具有增强性能的蜂窝电话系统及其它类似系统）。

位于天线 30 的装置通过天线间基本无导向的光通信方式与位于每个天线 50a-d 的装置进行通信。特别指出的是，天线 30 具备一个可穿越空间向各天线 50a-d 发送光波 32a-d 的光源。各天线 50a-d 接收到由天线 30 传来的光波，再将所收到的、以光形式存在的信息（或部分合适信息）以射频频率信号的形式在相应的子蜂窝 40a-d 的范围内进行发射。这样，在子蜂窝 40a-d 区域内使用的蜂窝电话便可接收到这一射频频率信息，并可使用其它动态分配的射频频率将其它信息发回相应的天线 50a-d。位于每个子蜂窝天线 50a-d 的装置使用一个内置的、调制的光源通过基本无导向光 52a-d 将信息从天线 50a-d 发回天线 30。位于天线 30 的装置将从天线 50a-d 接收到的信息置于通信链路 60 上以便向交换局 70 发送信息，如果有必要，可再发送至交换设备 90。光链路 32a-d 和 52a-d 最好用红外光。

在一方面天线 30 与另一方面天线 50a-d 之间采用了基本无导向的、自由空间的光链路 32a-d 和 52a-d，便于将蜂窝 20 再分为子蜂窝 40a-d，而不需要花费如将交换局 70 连至所有天线 50a-d 的链路 60 那样的硬线连接。例如，一个位于交换局 70 与原先的射频频率收发信机 30 之间的原有链路 60 可在这一系统中复用。将收发信机 30 从无线电收发信机换成多个光收发信机，用于与收发信机 50a-d 进行光通信，而无需在交换局 70 和收发信机 50a-d 之间增加硬线连接。

图 2 所示为依照本发明所构成的有代表性的子蜂窝装置 50 中的光学部分的一个实施例。首先要考虑的是对从天线 30 发来的入射光 32 的处

理。认为入射光 32 为一束包括了五种可分离波长的复合光束，其中四个波长分别是由天线 30 服务的四个子蜂窝 40a-d 的消息信息信号。而第五个波长是被由天线 30 所服务的子蜂窝 40a-d 所共用的控制消息信息信号。例如，这个控制信息可决定每个远地点的天线 50a-d 所在位置的装置所使用的射频频率。这些射频频率用于与由远地点天线服务的蜂窝电话的通信。

准直透镜 110 将入射光 32 聚焦于光纤 120 内，该光纤连至向前传输的光环行器 130 的端口 2，这类装置就是普通的常规装置。向前传输的光环行器 130 将光信息从端口 1 传至端口 2，并从端口 2 传至端口 3，但不能从端口 3 传至端口 1（这一属性适用于任意端口号）。这样，图 2 中所示的光环行器 130 将入射光从端口 2 传至与端口 3 相连接的光纤 140。

光纤 140 包括布拉格网栅滤波器 150a-c，后者用于阻断另外三个不被该子蜂窝装置使用的消息信息信号波长的继续传输，而这种有代表性的蜂窝装置我们在前面已经讨论过了。这另外三个波长是被蜂窝 20 内的其它三个子蜂窝 40 分别使用的消息信息信号波长。每个布拉格网栅 150 都是一个置于光纤 140 内的、对需由网栅阻断的波长具有近 100 % 反射率的波长选择镜。布拉格网栅 150a-c 的累积效果是仅允许将被子蜂窝装置 50 所使用的消息信息信号波长和控制信号波长加于向前传输的光环行器 160 的端口 1（注意：环行器 130 阻断了被布拉格网栅 150 反射回来的光，这是因为环行器 130 既不能由端口 3 向端口 2 传输，也不能由端口 3 向端口 1 传输）。

环行器 160 将从其端口 1 接收到的光传送到与其端口 2 相连的光纤 170 上。光纤 170 包括一个布拉格网栅滤波器 180，用于阻断控制信号波长沿光纤的继续传输。这样一来，只有能被子蜂窝装置 50 使用的消息信息信号波长才能通过布拉格网栅 180，并被光耦合到光检测器 190。

光检测器 190 是子蜂窝装置 50 中电子电路 200 的消息信息信号输入端。

布拉格网栅 180 将控制信号波长反射回光环行器 160 的端口 2，相应地，光环行器 160 将控制信号波长从端口 2 传输至与其端口 3 相连接

的光纤 210。光纤 210 又被光耦合至光检测器 220，而光检测器 220 是电子电路 200 的控制信号输入端。

电子电路 200 将其从元素 190 和 220 接收到的控制和消息信息信号制作成无线电信号频率并发射出去，送往所在子蜂窝 40 中的蜂窝电话。电子电路 200 也接收和处理从那些蜂窝电话发回的信号。子蜂窝装置 50 工作于射频频率的方式实际上没有什么特别（除了装置的发射功率和接收灵敏度与常规蜂窝 20 相比相对地减小了，这是与子蜂窝 40 的地理区域相对较小相对应的）。

被子蜂窝装置 50 接收到的、由该子蜂窝内的蜂窝电话发回的射频频率信号经电子电路进行常规处理后被用作光源 230 的调制信号。从光源 230 发出的光被耦合到与光环行器 130 的端口 1 相连接的光纤 240 上。相应地，从环行器 130 的端口 1 发出的光被传至光纤 120，并通过准直透镜 110 发射出去，以基本无导向光 52 的形式传回给收发信机 30。

光源 230 的波长应优先考虑选用与其它所有入射光波长 32 不同的波长，位于蜂窝 20 内的每一个子蜂窝 40 都应优先考虑拥有自己独立的光源 230 的波长。

图 3 更详细地表示了元素 30、60 和 70 的实施例细节。位于中心天线 30 的多个自由空间光收发信机 330a-d 分别对准子蜂窝天线 50a-d。每一个收发信机 330a-d 将其所接收到的、经光纤 60 从移动电话局 70 发来的光传送给相应的子蜂窝天线 50a-d。如前所述，这种从天线 30 至天线 50a-d 的传输为自由空间光传输 32a-d。所有收发信机 330a-d 也许实际传输的是同一信息，这一信息中包括用于各个子蜂窝 40a-d 的各自不同的消息信息波长和可再分的控制信息波长，而后的信息波长中包括用于对所有子蜂窝 40a-d 进行控制的信息。每个子蜂窝装置利用前面图 2 所示的方法滤出其所需的消息信息波长和控制信息波长。

每一个收发信机 330a-d 也接收从相应的子蜂窝天线 50a-d 发回到中心天线 30 的光 52a-d。正如前面图 2 所示，每个子蜂窝 50a-d 优先使用独立的光波长将信息发回天线 30。

耦合器 320 将从光纤 60 入射到光纤 322a-d 的光分配到收发信机 330a-d。在相反方向耦合器 320 将接收到的从子蜂窝天线 50a-d 发回来

的光进行合成产送往光纤 60。光纤 60 可以包括一个常规的掺铒光纤放大器 310，用于对沿光纤进行单向或双向传输的光进行光学放大。

在移动电话局 70，向前传输的环行器 350 将从其端口 2 入射的、来自光纤 60 的入射光再通过与其它端口 3 相连的其它光纤导引至分路器 360。分路器 360 将其从光环行器的端口 3 接收到的复合的光波长分离成各自独立的光信号 362a-d。而上述每一个光信号将被送至一个光检测器，以便制成可被常规呼叫处理电路 370 所使用的电信号。

呼叫处理电路 370 也产生用于发送给每个子蜂窝 40a-d 的电信号。而所有这些电信号又被转换成具有不同波长的、独立的光信号 372a-e。信号 372a-d 是各子蜂窝 40a-d 独自的消息信息信号，而 372e 是所有子蜂窝 40a-d 所共用的控制信号。耦合器 380 将这五个光信号混合成一束波长分离混合型光信号，并将其送往光环行器 350 的端口 1。光环行器 350 将这一信号从其端口 1 传输至端口 2 并送往光纤 60 用于传输给中心天线 30。

需要注意的是，在这里所描述的优选实施例中，在移动电话交换局 70 与中心天线 30 之间存在一条光纤链路 60，以便实际上光纤 60 既可以与自由空间链路 32a-d 进行直接传输，也可以与自由空间链路 52a-d 进行直接传输，而在这些光纤和自由空间链路之间无需电路耦合。这将更能保证在移动电话交换局 70 与子蜂窝 40a-d 之间进行高速无误的通信。

当然，以上所述仅是阐述本发明的原理的一些例子。熟练的技术人员在不出本发明范围和基本的前提下可以进行一些改进。例如，将蜂窝 20 分为四个下级子蜂窝 40a-d，这仅仅是举个例子。一个蜂窝可以被再分为任意个子蜂窝。在本发明范围内的另外一项改进的例子是，上述图中所示的各种元器件仅是目前的优选件，但如果需要的话，在具体实施中，本发明中的各个部分均可用其它元器件代替。这里所谈的光通信，对于被传输的光可以采用数字调制，也可以采用模拟调制。对于使用复合光波长向多个子蜂窝分别传输信息的一种可能的替代方法是，所有子蜂窝的信息以一个波长进行传输，而每一个子蜂窝都包括一个能将为己所用的信息以电子方式提取出来的装置。这样一来，子蜂窝用于光发射和光处理的光学处理装置无疑会简化了。但这却会增加每一个子蜂窝所

需的电子电路 200 的复杂程度。

图 1

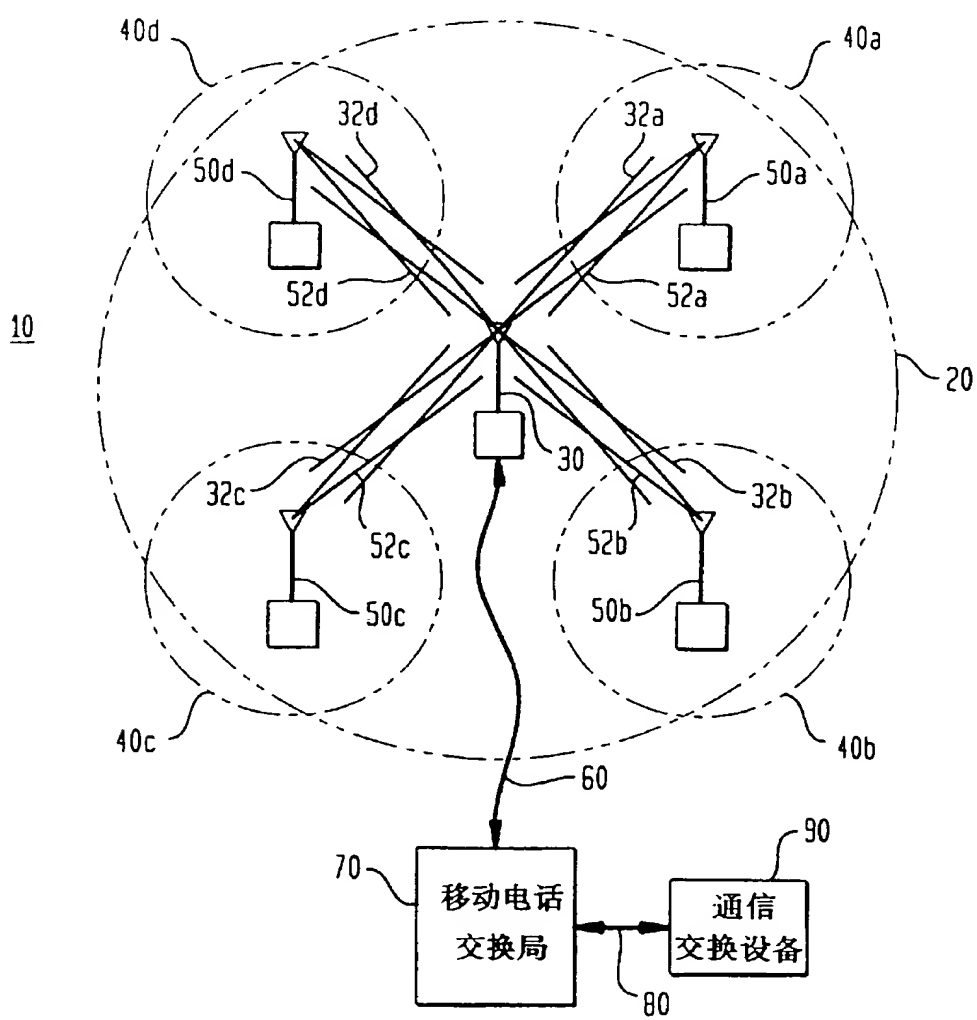


图 2

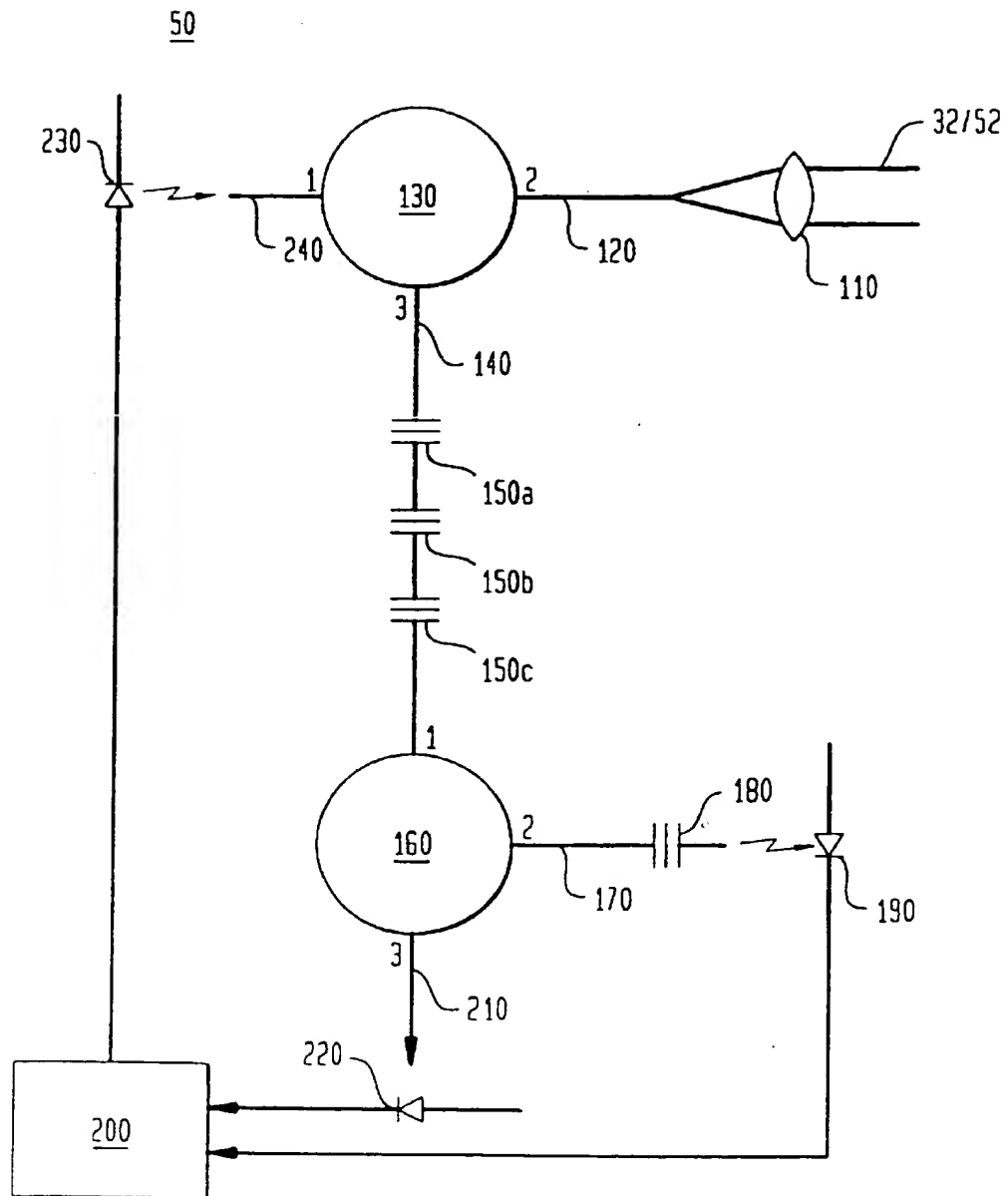


图 3

